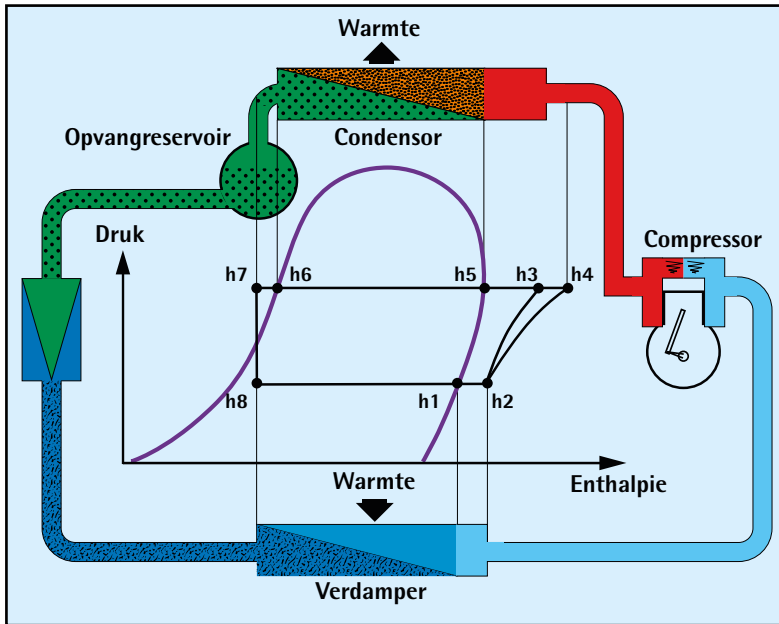




Richtlijn voor de koudemiddelkeuze.



Voorbeeld van een koelcircuit.

Het koelmiddel is de brandstof van een koelinstallatie. Hierin circuleert het koelmiddel en wordt het verdampt, gecomprimeerd, gecondenseerd en gekoeld. Het koelmiddel draagt zorg voor het warmtetransport doordat het onder de omgevingstemperatuur warmte via verdamping opneemt en deze warmte boven de omgevingstemperatuur via condensatie weer afgeeft.

De keuze van het juiste koelmiddel is van grote invloed op werking, constructiekosten en energieverbruik van een koelinstallatie. Bovendien bepaalt deze keuze in hoeverre u op lange termijn met zekerheid voldoet aan de diverse wetten en verordeningen.

Deze handleiding biedt u waardevolle ondersteuning bij de keuze van het koelmiddel.

Het ideale koelmiddel

Laten we beginnen te zeggen dat het ideale koelmiddel voor universeel gebruik niet bestaat. Daarvoor zijn de toepassingsgebieden te divers. Desalniettemin voldoen zowel de ultramoderne koelmiddelen als enkele 'oude bekenden' aan de hoogste eisen. Voor bijna alle toepassingsgebieden zijn er dan ook intelligente, economisch en ecologisch zinvolle oplossingen.

Koelmiddelen mogen niet brandbaar, giftig of corrosief zijn. Daarnaast zijn de volgende fundamentele eigenschappen gewenst:

- goede mengbaarheid met olie;
- thermische en chemische stabiliteit;
- hoog koelvermogen en thermisch vermogen bij gering energieverbruik;
- gunstige drukverhouding;
- lage compressie-eindtemperatuur;
- goede prijs-kwaliteitverhouding.

Bijzonder belangrijk is bovendien de milieuvriendelijkheid: diverse nationale en internationale wetten, richtlijnen en verordeningen hebben in de afgelopen jaren al een uitgebreid veranderproces ingeleid, dat productkeuze en –gebruik beslissend beïnvloedt. In aanmerking moet bijvoorbeeld worden genomen of een koelmiddel beschikt over ozonafbrekend vermogen, welke atmosferische levensduur het koelmiddel heeft en welke invloed het heeft op het broeikas-effect.

Geschiktheid voor de installatie: uitgangspunten

De keuze van het juiste koelmiddel is afhankelijk van de toepassing en het soort installatie. Bij de concrete beoordeling gelden de volgende uitgangspunten:

- geschiktheid voor het vereiste temperatuurbereik;
- passende thermodynamische eigenschappen zoals kookgedrag en specifieke warmtecapaciteit;
- geschikte druktoestand;
- compatibiliteit met machines en overige gebruikte materialen;
- beschikbaarheid van bijpassende machineolie;
- beschikbaarheid van geschikte verbindingstechnieken;
- hoge efficiëntie;
- duurzame navolging van de geldende wetten en richtlijnen (minimalisatie van risico's).

De levensduur van een koel-, klimaat- en warmtepompinstallatie is hoog en bedraagt vaak tientallen jaren. In deze periode heeft het toegepaste koelmiddel een belangrijke invloed op het energieverbruik: hoge efficiëntie van het koelmiddel leidt tot aanzienlijke kostenbesparingen. De mogelijk iets hogere investering betaalt zich in korte tijd terug.

Daarnaast moeten milieuaspecten en de daaraan gerelateerde wettelijke voorschriften in acht worden genomen. Indien u zich bij de keuze van het koelmiddel richt op duurzaamheid, zijn kostbare aanpassingen overbodig. Bovendien omzeilt u hiermee juridische valstrikken.

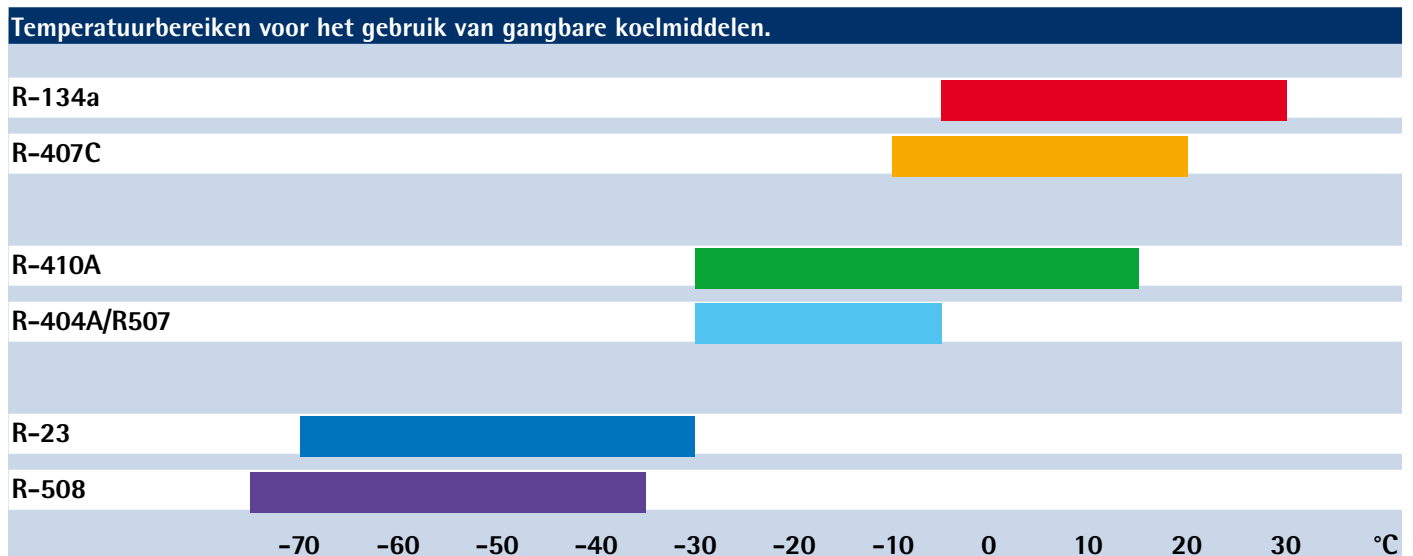
Van ... tot: temperatuurbereiken

Afhankelijk van de toepassing moeten koelmiddelen geschikt zijn voor verschillende temperatuurbereiken. De daaruit voortvloeiende verdampingstemperaturen leiden tot verschillende verdampingsdrukken, die tijdens de inbedrijfstelling van de installatie niet onder de atmosferische druk mogen liggen. Al bij de kleinste lekkages kunnen lucht en vocht het koelcircuit binnendringen.

In het algemeen geldt: hoe kleiner de verdampingsdruk, des te lager het volumetrisch koelvermogen. De compressor moet diengevolge beschikken over afmetingen van gelijke grootte om het vereiste koelvermogen te kunnen bereiken.

Een lagere verdampingsdruk leidt echter ook tot een lage condensatiedruk. Dit:

- verhoogt de veiligheid van de installatie;
- verkleint de vereiste mate van drukbescherming;
- maakt het mogelijk dat buizen en reservoirs met geringere wanddiktes gebruikt kunnen worden;
- vermindert het risico op lekkages en
- leidt mogelijk zelfs tot een lagere classificatie conform de richtlijn drukapparatuur en de wettelijke maatregelen ter bescherming van de werknemer binnen het bedrijf.



Toepassingsgebieden gerelateerd aan omgevingstemperatuur; de opgevoerde producten zijn de meest gebruikte koelmiddelen in de commerciële koeltechniek – dit productoverzicht maakt geen aanspraak op volledigheid.

In detail: de belangrijkste koelmiddelen

R-134a

R-134a is het enige zuivere koelmiddel binnen het verdampingsbereik van min 40 tot plus 10 graden Celsius. Het leent zich derhalve uitstekend voor installaties met zogenaamde 'flooded' verdamper.

Omdat het gasvolume bij de compressorinlaat relatief hoog is, moeten systemen worden ingezet die grote volumestromen kunnen transporteren - bijvoorbeeld schroefcompressoren of turbines.

Het specifieke koelvermogen van R-134a is hoger dan dat van R-404A/R-507, maar lager dan dat van R-407C en R-410A.

Bij verdampingstemperaturen die lager zijn dan min 10 graden Celsius is het koelmiddel nog maar beperkt te gebruiken.

R-134a wordt hoofdzakelijk ingezet in transportinstallaties en overige commerciële koelinstallaties zoals in koelkasten en diepvriezers voor huishoudelijk gebruik.

R-404A/R-507

De gemengde koelmiddelen R-404A en R-507 beschikken over vrijwel identieke eigenschappen. Terwijl R-507 is samengesteld uit twee componenten, bestaat R-404A echter uit een mengsel van drie stoffen. De thermodynamische karakteristieken van beide producten verschillen nauwelijks. R-404A en R-507 worden voornamelijk gebruikt in diepvriesinstallaties en shockvriezers. Beide koelmiddelen worden ook steeds vaker toegepast in warmtepompen en normale koelinstallaties. Hierdoor kunnen weliswaar kleinere compressoren worden gebruikt, maar dit betekent ook een beduidend lagere efficiëntie.

Aangezien bovendien het directe aardopwarmingsvermogen van beide mengsels zeer hoog is, raden wij dringend af om deze mengsels voor normale koeling te gebruiken.

R-404A en R-507 kunnen na de nodige aanpassingen ook worden ingezet als vervanging van R-22.

R-407C

R-407C is ontwikkeld als vervangend koelmiddel voor R-22 in airconditioningsinstallaties en warmtepompen. Na de nodige aanpassingen kan R-407C ook in bestaande systemen worden gebruikt. De druktoestand van beide producten is vergelijkbaar, maar de compressie-eindtemperatuur van R-22 is iets hoger.

R-407C bestaat uit drie componenten met zeer verschillende kooktemperaturen bij dezelfde druk. Dit resulteert in een grote temperatuurglide bij de faseovergang. In warmtepompinstallaties heeft dit een positieve uitwerking bij consequente toepassing van het glijdende effect.

Het zeotrope koelmiddel kan ook worden gebruikt in de normale koeling.

R-410A

De twee componenten van het mengsel R-410A beschikken over een vrijwel identieke kooktemperatuur. De temperatuurglide is < 0,2 K en zodoende onbeduidend. Bijzonder gunstig zijn echter de uitstekende eigenschappen bij het warmtetransport in verdampers en condensoren. Bij een hierop optimaal afgestemde uitvoering kan een zeer hoge systeemefficiëntie worden bereikt. Nadelig is het hoge drukkiveau (bij 0 °C ca. 7 bar, bij +43 °C al 25 bar overdruk). Dit bemoeilijkt het aansluiten van monteapparatuur en het uitvoeren van reparaties. Bovendien is de druksterkte van hardgesoldeerde fittingen bij grotere buisdoorsneden niet meer toereikend.

R-410A wordt bij voorkeur gebruikt in warmtepomp- en klimaatinstallaties in het laagste vermogensbereik.

R-23/R-508A/R-508B

R-23, R-508A en R-508B fungeren als hogedrukkoelmiddelen bij laagtemperatuuroepassing. Alle drie deze middelen kunnen vanwege hun hoge druk echter uitsluitend in de onderste trap van cascadekoelinstallaties worden gebruikt. De belangrijkste toepassingsgebieden van deze middelen zijn de medische techniek en de laboratoriumtechniek. Ook worden deze middelen vaak ingezet voor speciale toepassingen in onderzoek en ontwikkeling.

R-600a

R-600a – ofwel isobutaan – is een zeer licht ontvlambare koolwaterstof. Bij atmosferische druk ligt de kooktemperatuur bij min 10 graden Celsius. Toepassingen onder deze temperatuur vereisen een bijzonder zorgvuldige afdichting van de installatie om te voorkomen dat luchtgassen het koelcircuit binnendringen.

Het slagvolume van de compressor is groter en het haalbare koelvermogen enigszins beter dan bij R-134a.

R-600a wordt vooral gebruikt voor koelapparaten voor huishoudelijk gebruik die slechts een geringe vulhoeveelheid nodig hebben.

R-290/R-1270

Ook R-290 en R-1270 zijn zeer licht ontvlambare koolwaterstoffen. R-290 (propan) heeft in vergelijking tot R-22 een lagere drukverhouding, een duidelijk hoger specifiek koelvermogen en lagere compressie-eindtemperaturen – echter ook een groter specifiek volume. Het koelvermogen is evenwel ongeveer gelijk. In de warmtepomptechniek kunnen met R-290 echter hogere watertemperaturen worden bereikt.

Ook R-1270 (propeen) beschikt over soortgelijke eigenschappen als R-22, maar bereikt lagere verdampingstemperaturen. Propeen wordt dan ook vooral ingezet in diepvriesinstallaties bij verschillende industriële toepassingen.

R-717

In de industriële koeltechniek – bijvoorbeeld in koelhuisen, brouwerijen en slachthuizen – wordt al meer dan 100 jaar de voorkeur gegeven aan het natuurlijke koelmiddel R-717 (ammoniak/NH₃). Daarnaast wordt R-717 steeds meer gebruikt in compacte waterkoelers.

Ammoniak is giftig en onder bepaalde omstandigheden ook brandbaar.

De hoge specifieke verdampingsenergie en de in koelinstallaties aanwezige druk hebben als voordeel dat de compressor en warmtewisselaar van beperkte grootte kunnen zijn. De circulerende hoeveelheden koelmiddel zijn gering, wat vooral loont bij hoog vermogen.

In het lage vermogensbereik zijn de toepassingsmogelijkheden voor ammoniak echter beperkt. De compressie-eindtemperaturen zijn al bij geringe druk zeer hoog. In sommige gevallen zijn derhalve watergekoelde cilinders en condensoren vereist.

R-744

R-744 (kooldioxide) werd aan het begin van de 20e eeuw vooral toegepast in de scheepskoeltechniek. Met de ontwikkeling van gefluoreerde koelmiddelen verloor dit klassieke middel evenwel aan betekenis. De zeer hoge druk evenals ongunstige tripel- en smeltpunten vormen nog steeds een beperking voor de toepassingsmogelijkheden. Toch is kooldioxide de afgelopen jaren weer sterker op de voorgrond getreden vanwege de milieubelastende eigenschappen van gefluoreerde stoffen. Zo is er momenteel een discussie gaande onder autobouwers om de airconditioning in personenauto's in de toekomst te vullen met R-744 in plaats van R-134a.

Ook in cascadekoelinstallaties in de industrie en in sportcomplexen wordt CO₂ met veel succes gebruikt. Bijzonder gunstig zijn daarbij het hoge volumetrische koelvermogen en de goede warmteoverdrachteigenschappen.

R-744 is niet brandbaar en evenmin giftig, zodat het is ingedeeld in de veiligheidsgroep A 1. De vraag naar kooldioxide als koelmiddel zal de komende jaren verder toenemen. R-744 zal de gefluoreerde stoffen echter niet volledig kunnen vervangen.

De belangrijkste koelmiddelen en hun samenstelling.

| | R-22 | R-23 | R-32 | R-125 | R-134a | R-143a | R-116 | R-218 | R-600 | R-600a | R-601 | Vervangt | Soort olie |
|--------|-------|-------|------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--|------------|
| R-22 | 100 % | | | | | | | | | | | | M/A |
| R-23 | | 100 % | | | | | | | | | | | E |
| R-134a | | | | | 100 % | | | | | | | R-12 | E |
| R-404A | | | | 44 % | 4 % | 52 % | | | | | | R-22/R-502 | E |
| R-407A | | | 20 % | 40 % | 40 % | | | | | | | R-502, R-22 (diepkoeling) | E |
| R-407C | | | 23 % | 25 % | 52 % | | | | | | | R-22 (klimaatregeling, normale koeling) | E |
| R-410A | | | 50 % | 50 % | | | | | | | | | E |
| R-413A | | | | | 88 % | | 9 % | | | 3 % | | R-12 | M/A/E |
| R-417A | | | | 46,6 % | 50 % | | | | 3,4 % | | | R-22 (klimaatregeling) | M/A/E |
| R-422A | | | | 85,1 % | 11,5 % | | | | | 3,4 % | | R-502, R-22 (diepkoeling) | M/A/E |
| R-422D | | | | 65,1 % | 31,5 % | | | | | 3,4 % | | R-22 (klimaatregeling, diepkoeling) | M/A/E |
| R-427A | | | 15 % | 25 % | 50 % | 10 % | | | | | | R-22 | E |
| R-437A | | | | 19,5 % | 78,5 % | | | | 1,4 % | | 0,6 % | R-12 | M/A/E |
| R-507 | | | | 50 % | | 50 % | | | | | | R-22/R-502 | E |
| R-508A | | 39 % | | | | | 61 % | | | | | | E |
| R-508B | | 46 % | | | | | 54 % | | | | | | E |

M = minerale olie; A = alkylbenzenolie; E = esterolie

Omschakeling van bestaande CFK-installaties

Verordening 2037/2000/EG van de Europese Unie verbiedt met ingang van 1 januari 2010 het gebruik van alle CFK's (chloorfluorkoolwaterstoffen) als nieuwe stoffen. Reden voor het verbod is het ozonafbrekende vermogen van deze koelmiddelen. Dit treft voornamelijk het koelmiddel R-22. Ook alle mengsels die R-22 bevatten

– bijvoorbeeld R-410A, R-402A, R-408A en R-409A – vallen onder het verbod. Voor de exploitant betekent dit dat de koudevoorziening na een bedrijfsstoring mogelijk niet meer gegarandeerd kan worden. Afhankelijk van de leeftijd en de toepassing van de installatie zijn er verschillende mogelijkheden:

Voor installaties aan het einde van hun levensduur.

Vervanging door nieuwe installaties met ozonvriendelijke koelmiddelen:

| Door het verbod getroffen | Koelmiddel voor nieuwe installaties |
|---------------------------|-------------------------------------|
| R-401A/R-409A | R-134a |
| R-22 (klimaatregeling) | R-407C of R-410A |
| R-22 (koeling) | R-404A of R-507 |
| R-402A/R-403B/R-408A | R-404A of R-507 |

Voor installaties die geëxploiteerd kunnen blijven.

Eenvoudige omschakeling naar ozonvriendelijke alternatieve koelmiddelen:

| Door het verbod getroffen | Vervangend koelmiddel voor bestaande installaties |
|--|---|
| R-401A/R-409A | R-413A (ISCEON® MO49) of |
| R-437A (ISCEON® MO49 PLUS) | |
| R-22 (waterkoeler, klimaatregeling, normale koeling) | R-422D (ISCEON® MO29) |
| R-22 (klimaatregeling tot 15 kW) | R-417A (ISCEON® MO59) |
| R-402A/R-403B/R-408A | R-422A (ISCEON® MO79) |

De omschakeling omvat in het bijzonder:

- controle van de installatie op foutloze functionaliteit;
- vakkundige en milieuvriendelijke verwerking van het oude koelmiddel;
- vervanging van alle filters;
- eventuele verdere uitrusting van een zuigfilter;
- controle van de afdichtingen (vooral de elastomeerafdichtingen);
- uitvoering van een olietest, evt. vervanging van de olie;
- evacuatie van de installatie;
- inbedrijfstelling en vulling van het vervangende koelmiddel;
- controle van de oververhitting bij thermostatische expansieventielen.

Graag ondersteunen wij u bij de concrete keuze. Voor de omschakeling kunnen wij u uitgebreide documentatie ter beschikking stellen.

Houd uw kennisvoorsprong vast!

Voor verdere vragen staan wij u ook graag persoonlijk te woord. Daarnaast kunnen wij u de tot nu toe verschenen brochures sturen uit de reeks 'info voor koudemiddelengebruikers'. Hierin worden de volgende thema's behandeld:

- Deskundige omgang met koudemiddelen
- In één oogopslag: De koudemiddelcilinders
- Omgang met zeotrope koudemiddelen
- De betekenis van de koudemiddelen-afkortingen

Belangrijke basisinformatie over het assortiment koelmiddelen van Westfalen, de behandeling van koelmiddelen, toepassingen en juridische aspecten kunt u daarnaast vinden in de brochure:

- Coole concepten: toekomstgerichte koelmiddelen
- Kwaliteit in viervoud



Westfalen

Industriële Gassen | Koudemiddelen | Propan

Westfalen Gassen Nederland BV
Rigastraat 20
7418 EW Deventer

Nederland

Tel. +31 (0)570 - 63 67 45
Fax +31 (0)570 - 63 00 88
www.westfalengassen.nl
info@westfalengassen.nl

Westfalen BVBA-SPRL
Watermolenstraat 11
9320 Aalst

België

Tel. +32 (0)53-64.10.70
Fax +32 (0)53-67.39.07
www.westfalen.be
info@westfalen.be

Westfalen France S.à.r.l.
Parc d'Activités Belle Fontaine
57780 Rosselange

Frankrijk

Tel. +33 (0)3.87.50.10.40
Fax +33 (0)3.87.50.10.41
www.westfalen-france.fr
info@westfalen-france.fr

Westfalen Austria GmbH
Aumühlweg 21/TOP 323
2544 Leobersdorf

Oostenrijk

Tel. +43 (0) 22 56/6 36 30
Fax +43 (0) 22 56/6 36 30-30
www.westfalen.at
info@westfalen.at

Westfalen Gas Schweiz GmbH
Bachstr. 10/PF
4313 Möhlin

Zwitserland

Tel. +41 (0)61 855 25 25
Fax +41 (0)61 855 25 26
www.westfalen-gas.ch
info@westfalen-gas.ch

Westfalen AG
Industrieweg 43
48155 Münster

Duitsland

Tel. +49 (0)2 51/6 95-0
Fax +49 (0)2 51/6 95-129
www.westfalen-ag.de
info@westfalen-ag.de